Windmolens als stroombron (het horrorscenario).

door: **Fred Udo, Kees de Groot, Kees le Pair**

Inleiding.
Windmolens groeien overal in tal en last. Ook in Nederland is dat het geval, overeenkomstig de doelstelling van de regering om 12 GWatt windvermogen te plaatsen in de volgende 10 jaar. Hiermee zou dan 20 procent van onze elektriciteit worden opgewekt.

Eind maart 2011 antwoordde minister Verhagen op Kamervragen van dhr. van Bemmel:
Om een stijging van 9% naar 35% hernieuwbare elektriciteit in 2020 te kunnen realiseren, is verdere groei van windenergie op land als relatief goedkope duurzame elektriciteit, onmisbaar.
Een dergelijk geluid klinkt op veel plekken in de wereld. Hoe komt dat?

Wij zien daarvoor drie voorname redenen:

a. Het subsidiëren van windenergie is de makkelijkste en meest zichtbare manier voor een regering om het volk laten zien hoe 'groen' je bent. De uitspraak van ZE Verhagen is een schoolvoorbeeld.

b. Bij kleine windvermogens (<5% van het totaal) zijn de negatieve gevolgen voor de klassieke opwekking klein en worden ze in het algemeen niet opgemerkt. De subsidies zijn daarbij nog niet van dien aard, dat ze de economie merkbaar beïnvloeden, dus men kan zonder al te veel discussie molens plaatsen.

c. Grote windvermogens leiden tot een grote gesubsidieerde industrie, die via een professioneel lobbycircuit zijn voortbestaan verdedigt. Hierbij wordt gretig gebruik gemaakt van de gebruikelijke bangmakerij over het opraken van fossiele brandstoffen en de opwarming van de aarde.

De gevolgen van die ontwikkeling zijn nogal ingrijpend. Dit artikel bespreekt er enkele.

1. Het installeren van windstroom.
De bouw en de plaatsing van windmolens kost evenveel energie als een molen in anderhalf jaar produceert. Daarnaast vergen windparken ook een infrastructuur aan bekabeling, transformatoren en omvormers voor net inpassing. Dat het niet om een kleinigheid gaat blijkt uit het feit dat TenneT becijfert voor de aansluiting van de op zee geplande windmolenparken 4,5 miljard euro nodig te hebben. Er gaat daar een kopermijn de zee in. Hoe lang moeten molens draaien om ook die energie terug te verdienen en daarna aan duurzaamheid bij te dragen?.

N.B. De levensduur van een windmolen is 15 tot 20 jaar, zegt men. Die van NUON bij Lelystad houden het maar 12 jaar uit.

Op basis van cijfers van het CBS blijkt, dat de Nederlandse molens op jaarbasis 22% van hun capaciteit leveren. Met andere woorden: het is alsof de molens gemiddeld 78% van de tijd stilstaan en de rest van de tijd op vol vermogen draaien. (Het is beter voor de lagers om te draaien, dus bij weinig wind zie je nog wieken wentelen, ook al is dan de stroomproductie nihil.)

Een horrorscenario.
De oorspronkelijke doelstelling van 8 GWatt op zee en 4 GWatt op land is recentelijk gewijzigd in 8 GW op land en 4 GW op zee vanwege de excessieve kosten van windenergie op zee.
Volgens de overheid (Verhagen) is wind op land *"relatief goedkoop"*.
Een moderne molen van 2 a 3 MWatt heeft een ashoogte van ruim 120 meter en een wiekdiameter van meer dan 80 meter.

Deze molens zijn met hun draaiende wieken beeldbepalend in ons landschap tot een afstand van 10 kilometer. Molens moeten minstens 10 wiekdiameters uit elkaar staan, dus een molen bezet een oppervlak van 0,7 km^2.

De benodigde 3 a 4 duizend molens op land maken ruim **2000 km^2** van ons land ongeschikt voor menselijke bewoning. Dit is ongeveer 6% van het oppervlak van Nederland, dus anderhalf maal de oppervlakte van de provincie Utrecht, of 90% van de oppervlakte van Limburg.

Deze molens zullen in de windrijke provincies geplaatst worden, dus in de 'achtertuinen' van de ongelukkigen, die in Flevoland, Noord-Holland, Friesland, Groningen en Zeeland wonen.

Is het verantwoord om voor hoogstens 10 procent van onze elektriciteit (en dus ongeveer twee procent van onze totale energievraag) een enorme landschappelijke en maatschappelijke schade aan te richten? Hoeveel miljard trekt minister Verhagen uit om de waardedaling van de huizen in de buurt van deze molens te compenseren? Wij vrezen, dat de burger hier van een koude kermis thuiskomt. Het best bekende voorbeeld is natuurlijk het ijzeren gordijn om Urk, maar met name in Noord-Holland staat hetzelfde te gebeuren.

Het plannen van windenergie wordt aan de provincies overgelaten, dus heeft de provincie Noord-Holland het “Uitvoeringsprogramma Wind Op Land” aan de Provinciale Staten voorgelegd. Het document is een goed voorbeeld van de manier, waarop de overheid bij het plaatsen van windmolens omgaat met de belangen van burgers.

Hiervan geven wij hier twee voorbeelden:
1. In de tekst van 29 pagina’s komt het woord bewoner drie keer voor, het woord financieel/financieren zestien keer.

2. Op pagina 7 staat in het gebruikelijke jargon: "Specifiek voor de ontwikkeling van windenergie in bepaalde typen inpassingsgebieden (Nationale Landschappen, Rijksbufferzones en EHS-gebieden), geldt dat de economische betekenis van windenergie wordt betrokken in de afweging om windenergie onder voorwaarden toe te staan. Concreet gaat het hier om een financiële bijdrage aan de instandhoudingsdoelstelling landschap, recreatie of natuur, bijvoorbeeld voor het financieren van compenserende maatregelen."

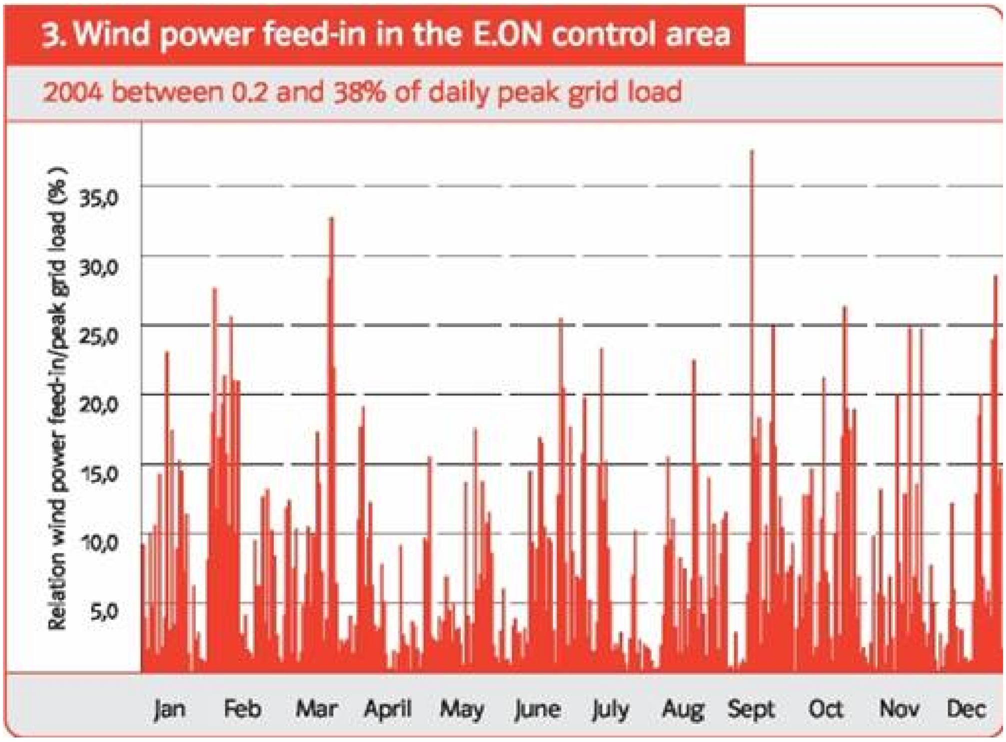
Het was even doorbijten, maar de vertaling is simpel:
Tegen betaling mogen windmolens gebouwd worden in Nationale Landschappen, Rijksbufferzones en Ecologische Hoofd Structuur gebieden…
De immateriële kosten van dit “beleid” zijn enorm, maar die worden niet meegeteld in de kosten van windenergie op land. Stel je voor dat de regering op zulke plaatsen een afval- of kerncentrale zou plaatsen (!).
In het nieuwe coalitieakkoord van Prov. Staten van Noord-Holland staat letterlijk als punt 5: "Er komen géén windmolens op land bij. Wij kiezen voor windmolens op zee en niet op land." Niets veranderlijker dan de politiek.

2. De (on)voorspelbaarheid van windstroom.
De stroomproductie van een windturbine varieert met de derde macht van de windsnelheid. Dat betekent dat als de wind half zo hard waait als nodig voor het volle vermogen, er nog maar 12,5% van de energie wordt geleverd. Daarom ook moeten de elektriciteitsleveranciers van te voren goed weten hoe hard het zal gaan waaien, om te zorgen dat ze voldoende klassieke centrales op- of afregelen. Een groep van ECN [1] concludeert na enige jaren werk, dat de meteorologen in staat zijn om een windverwachting op een termijn van 24 uur met een fout van 10% te leveren en dat verbeteringen voorlopig niet zijn te verwachten.
[1]. Aanbodvoorspeller duurzame energie – Deel 2: Korte-termijn prognose van windvermogen A.J. Brand, en J.K. Kok, ECN publicatienummer: ECN-C--03-049.

Deze fout van 10% leidt tot een onzekerheid van 30% in de verwachting van de windstroomproductie. Deze onzekerheid wordt door de netbeheerder in rekening gebracht door meedraaiende (conventionele) generatoren achter de hand te houden.
De onvoorspelbaarheid van windstroom kost extra brandstof. Hiervoor wordt een vergoeding betaald van 1 cent per kWh geleverde windstroom. De regering heeft besloten, dat deze kosten niet meer betaald hoeven te worden door de windenergieproducenten, maar door de consument. Dit is een verborgen subsidie voor de windindustrie.
Deze meedraaiende reserve verbruikt uitsluitend gas, want kolencentrales zijn niet geschikt om de snelle variaties van de wind op te vangen. De Gasunie heeft laten weten dat ze extra gasleidingen moeten aanleggen *"omdat die wind zoveel gas kost"*. Dat klinkt anders dan "duurzaam" en "besparen".

3. De CO_2 besparing door windstroom.

In windmolenland wordt de invloed van het wisselend aanbod van windstroom op het rendement van de klassieke centrales niet besproken, hoewel elke grafiek van het verloop van de windenergieproductie met de tijd er alle aanleiding toe geeft. Onderstaande grafiek is de windstroom productie per dag van 7000 molens in Duitsland in het verzorgingsgebied van de E.ON.



[2]. "Windreport 2005" (http://www.eon.de)

Deze 7000 windmolens staan verspreid van Noord tot Zuid Duitsland en hieruit blijkt dat de bewering dat wanneer men windmolens nu maar breed verspreid bouwt, zij gezamenlijk een constant vermogen zullen leveren niet waar is. De dagelijkse productie van 7000 molens varieert tussen 0,2% en 38% van de dagelijks benodigd vermogen. Weersystemen zijn groter dan Duitsland....

Windstroom maakt dus dat centrales met horten en stoten moeten werken. Het rendement zakt en de vergelijking met het brandstofgebruik van een auto in stadsverkeer en op de snelweg dringt zich op. Soms maken windmolen promotors een vergelijking tussen een windturbine, die 50% van de tijd stilstaat en een auto, die 90% van de tijd stilstaat. Die vergelijking gaat volkomen mank.

De auto rijdt wanneer dat gevraagd wordt, terwijl de windmolen alleen draait wanneer er wind is. De begrippen “vraag gestuurd” en “aanbod gestuurd” zijn nog niet doorgedrongen in windmolenland.
Bovenstaande grafiek laat zien, dat een elektriciteitsvoorziening gebaseerd op veel windenergie een illusie is. Alleen met grootschalige energieopslag kan hier nog iets mee gedaan worden.
Deze is alleen mogelijk met hydro-elektriciteit, maar die is in ons vlakke land niet te realiseren. Het betekent, dat geen van onze centrales gesloten kan worden. Het is dus duidelijk, dat ook voor grote verzamelingen molens geldt:

Geen wind = geen stroom.

Wij bespreken hier vijf benaderingen van dit probleem.

a. Ummels [3] laat op grond van modelberekeningen zien, dat 20% windstroom in Nederland technisch ingepast kan worden. In de inleiding van zijn proefschrift zegt hij, dat hiermee jaarlijks 19 miljoen ton CO_2 bespaard zal worden, maar hij weet wel beter, want op pagina 139 staat:

“These benefits are dependent on fuel prices, the conventional generation mix, electricity consumption, the yearly wind regime, the international market design, interconnection capacity, etc. but are considerable in any case”.
Rendementsverliezen treden in het model van Ummels vrijwel niet op.
[3]. “Wind integration” Proefschrift Delft 2008 door B.C. Ummels.

<u>De volgende 4 studies komen tot heel andere conclusies.</u>

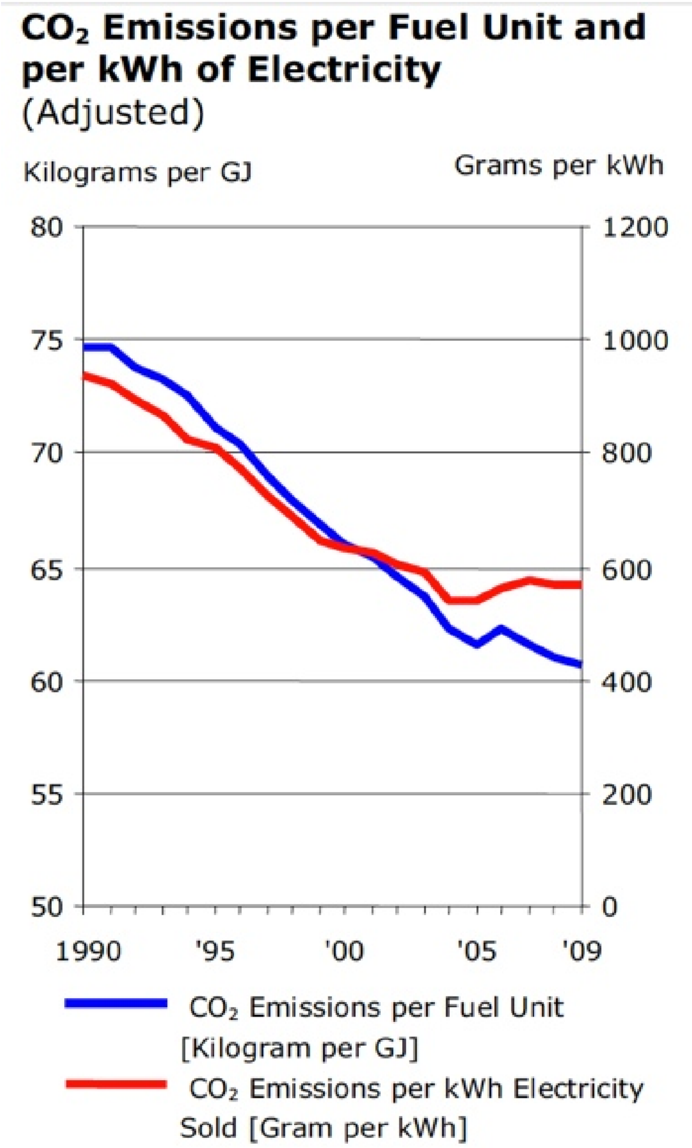
b. Het proefschrift van Soens [4] concludeert op grond van modelberekeningen analoog aan die van Ummels, dat windvermogen boven 5% van de pieklast oneconomisch is. Dit betekent, dat wij in Nederland met onze huidige 2 GWatt al ons quotum aan windenergie bereikt hebben.
[4] Soens, J. Impact of wind energy in a future power grid. (2005).PhD Thesis. Katholieke Universiteit Leuven. Faculteit Wetenschappen: Leuven(Heverlee), Belgium. ISBN 90-5682-652-2. 257 pp.

c. Berekeningen laten zien, dat al een kleine teruggang van het rendement van klassieke centrales tot een grote vermindering van de CO_2 besparing door windenergie zal leiden.
[5] C. Le Pair en K. De Groot (www.clepair.net/windrendement.html)
In paragraaf 6 gaan we hier nader op in en introduceren we het begrip powerduur curves.
Behalve modellen en berekeningen zijn er nu ook praktijkvoorbeelden van de effecten van windenergie op het klassieke systeem.

d. De Bentek studie concludeert, dat installatie van 1 GWatt windvermogen in de praktijk van Colorado tot meer in plaats van minder emissies heeft geleid.
[6] “How less became more: Wind power and unintended consequences in the Colorado energy market.” Author: Bentek Energy.

e. In Denemarken is de laatste 20 jaar de elektriciteitsvoorziening grondig op de schop gegaan.
Dit is zorgvuldig gedocumenteerd door Energinet in:
[7] “Energistatistik 2009” (www.ens.dk).

De Denen hebben in die periode centrales omgebouwd tot WKK units en zijn voor 25% overgegaan van kolen op gas. Verder wordt in beperkte mate biomassa mee gestookt in de kolencentrales en hebben zij 20% windvermogen geïnstalleerd in de periode 1999 tot 2005. Het resultaat wordt door Energinet samengevat in de volgende grafiek van de ontwikkeling van de CO_2 uitstoot per kWh.



CO_2 in de elektriciteitsproductie van 'gidsland' Denemarken.

De blauwe lijn laat de CO_2 emissie zien, die afneemt omdat de Denen gas in plaats van kolen zijn gaan gebruiken in hun centrales, en die lijn blijft tot 2009 dalen.
De rode lijn geeft de emissie per kWh geproduceerde elektriciteit aan. Die volgt vanaf 2000 de daling van de blauwe lijn niet meer. De daling van de emissies per kWh blijven sinds 1999 achter bij de verlaging van de brandstof emissies. Vanaf 1999 hebben de Denen massaal windmolens gebouwd, en het totaal resultaat is dat de rode curve in ongunstige zin afwijkt van de blauwe. Wanneer windstroom brandstof en CO_2 emissie zou besparen, dan zou de rode lijn na 2000 onder de blauwe lijn moeten duiken. Het tegendeel gebeurt.
In Denemarken geldt dus:

Wind bespaart geen brandstof en dus geen CO_2 uitstoot.

De hoeveelheid extra brandstof die de opvang van de windfluctuaties door conventionele eenheden kost, is afhankelijk van de configuratie - hoeveel steenkool, hoeveel gas, WKK, nucleair enz. - die in een bedieningsgebied staat opgesteld en van het beleid dat autoriteiten en producenten er voeren: kostenminimalisatie, risico-acceptatie, brandstofpreferentie... Striktgenomen zijn daarom cijfers van het ene land niet maatgevend voor het andere. Toevallig lijken de configuraties in Texas en Colorado - in hoofdzaak steenkool en gas - erg op die bij ons. Hierdoor zijn de Bentek-uitkomsten voor ons relevant. In België is veel nucleairvermogen (= veel 'must run') waardoor de toestand afwijkt van die in Nederland.

Maar het verschil is niet zo groot dat het het grote verschil tussen de uitkomsten van Soens en Ummels verklaart. Kolencentrales verschillen nl. qua must run eigenschap niet veel van kerncentrales."

4. De inpasbaarheid van windstroom.
De doelstelling van de regering is om 12 GWatt windenergie te plaatsen voor 2020, zodat hiermee 20% van onze elektriciteit "duurzaam" kan worden opgewekt. Op volle kracht zullen alle molens samen dus 12 GWatt produceren. Het totale Nederlandse verbruik in de daluren is 10 GWatt, dus zelfs al zetten wij alle klassieke centrales in de daluren stil, dan is er bij windkracht zes nog 2 GWatt aan stroom over.

Het probleem is nog veel groter, want klassieke centrales kunnen niet zo maar stilgezet worden. Koud opstarten als de wind vermindert en zeker als de vraag stijgt op maandagochtend, duurt te lang, is enorm duur en kost veel extra brandstof. Daarbij komt nog, dat de levensduur van een grote generator voor een groot gedeelte bepaald wordt door het aantal koude starts.
[8] G. Dijkema, Z. Lukszo, A. Verkooijen, L. de Vries & M. Weijnen: De regelbaarheid van elektriciteitscentrales. Een quickscan in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken, TU Delft, 20 april 2009.

Het "must run" vermogen is het laagste vermogen, dat om verschillende redenen aangehouden moet worden in het klassieke systeem. Volgens windenergieadepten is het "must run" vermogen maar een paar GWatt, terwijl een realistische evaluatie van de Nederlandse situatie in 2020 op minstens 8 à 10 GWatt komt. Dit betekent, dat er in de daluren ook in 2020 vrijwel geen windstroom bij kan op het net.

De inpassingsproblematiek kan goed behandeld worden aan de hand van de powerduurcurves uit het proefschrift van Ummels. Deze grafieken zijn een representatie van experimentele gegevens. Wij bespreken de tamelijk technische details hieronder apart in §6. Onze conclusie in die paragraaf is, dat bij 12 GWatt geïnstalleerd vermogen 40% van de windstroom niet ingepast kan worden in het huidige Nederlandse net.

Export wordt hier nog steeds aangeprezen als de oplossing voor het overschot aan windstroom. Dit argument deugt niet, omdat het in heel West Europa hard waait, als het hard waait bij ons.
Hoe dat in de praktijk werkt weten we inmiddels uit Denemarken, het grote voorbeeld van de toepassing van windenergie. De Denen produceren 18% van hun stroom met wind, maar de helft ervan kan niet in het land zelf gebruikt worden.

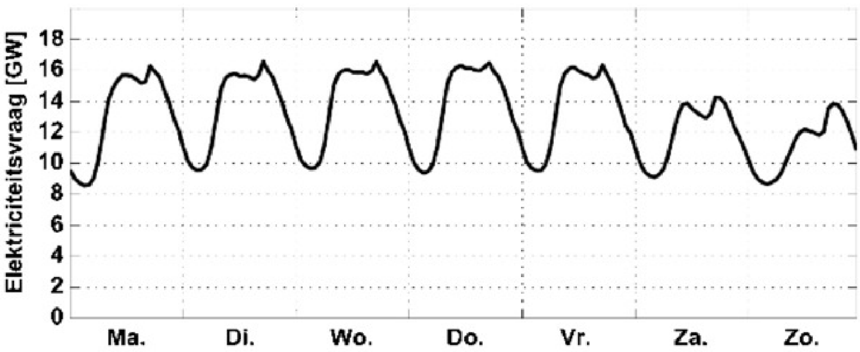
Deze stroom wordt geëxporteerd naar Noorwegen en Zweden, die hun waterkrachtcentrales naar believen kunnen regelen. Sinds een jaar hanteert Nord Pool, de Scandinavische stroommarkt, in het geval van stroomoverschotten negatieve stroomprijzen tot 200 euro per MWh. De CEPOS, een Deens instituut vergelijkbaar met onze Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid heeft een rapport uitgebracht met de titel: "Windenergy, the case of Danemark".

In het rapport maken de auteurs zich vooral boos over het gratis leveren van gesubsidieerde stroom aan Noorwegen en Zweden en het terugkopen tegen hoge prijzen op de momenten van schaarste.
Onderstaand citaat staat op pagina 29:
"The very fact that the wind power system, that has been imposed so expensively upon the consumers, can not and does not achieve the simple objectives for which it was built, should be warning the energy establishment, at all levels, of the considerable gap between aspiration and reality."
De boosheid keurig geformuleerd.
Negatieve stroomprijzen zijn de enige manier om de molens tot stoppen te dwingen, maar het moge duidelijk zijn, dat dit verschijnsel de exploitatie van klassiek vermogen onmogelijk maakt.

Dit brengt de totale stroomvoorziening in gevaar, tenzij de regering met subsidies een aantal klassieke centrales in bedrijf gaat houden…
Hierbij merken wij op, dat vanaf dit jaar alle subsidies voor groene stroom (de SDE+ regeling) niet meer via de schatkist lopen, maar direct door de consument via zijn elektriciteitsrekening betaald gaan worden.

5. Conclusie.
Het voorgaande maakt duidelijk, dat 20% windenergie in de huidige stand van onze stroomvoorziening niet ingepast kan worden. De helft van de stroom zal niet gebruikt kunnen worden en met de andere helft wordt het klassieke systeem zo verstoord, dat brandstofbesparingen niet of slechts in kleine mate optreden.
Wil men toch inzetten op windenergie, dan zal de overheid zijn ongeduld dienen te bedwingen tot het moment, dat de techniek klaar is voor de inpassing van grote hoeveelheden aanbod gestuurde stroom. Dit is misschien ooit te doen, maar dit vereist nog jaren van hard werken aan onze stroomvoorziening.

6. De powerduration curves. (Een technische aanvulling.)
Plaat 17 uit ref. 3, §3, toont de dagelijkse vraag naar stroom tijdens een periode van een week in 2007. Deze vraagcurves worden al tientallen jaren gebruikt om vraag en aanbod van elektriciteit op elkaar af te stemmen.



Vraagcurve.

Wij zetten nu 52 van deze curves achter elkaar om een compleet beeld te krijgen van de stroomvraag over een heel jaar van 8760 uur en verdelen de tijd in periodes van een kwartier. Dit geeft 8760 x 4 = 35000 periodes of meetpunten. De computer zoekt nu het kwartier met de hoogste vraag en zet dit op de as van de figuur hieronder.

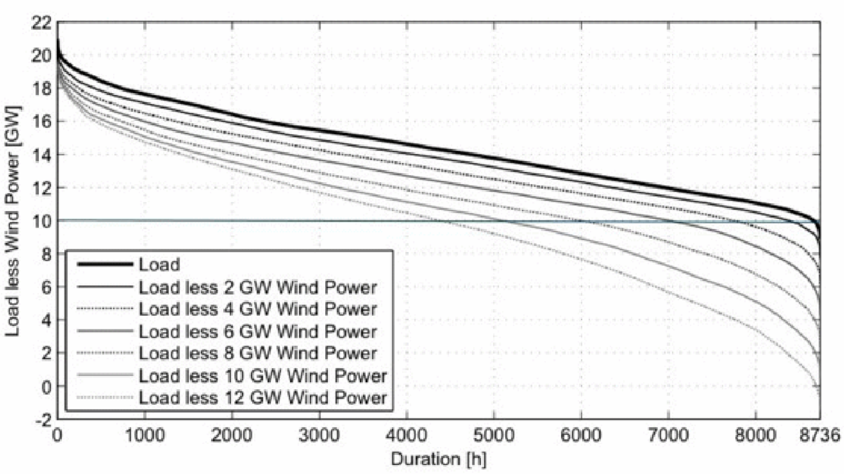


Figure 2.12: Load-less-wind power duration curves for 0–12 GW installed capacity.

Daarna zoekt hij de een na hoogste en zet die ernaast. En zo voort. De 35000 punten vormen de bovenste curve van de figuur. Dit is de vraagcurve gemeten over een vol jaar zonder windstroom. Het maximum ligt bij 20 GW en het minimum bij 10 GW.

Nu berekenen we de productie van windstroom gedurende een jaar uit windgegevens van het KNMI en trekken voor elk van die 35000 periodes de geleverde windstroom af van de vraag. Hiermee worden de lijnen beneden de vraagcurve geconstrueerd. Ummels heeft dit gedaan voor 2,4,6,8,10 en 12GW windvermogen.

Extra is de horizontale lijn op 10 GW, de constante productie van het "must run" gedeelte van de centrales en de WKK units. *Het gedeelte onder de horizontale lijn kan niet worden ingepast in het net.* Met 12 GW windvermogen kan theoretisch, d.w.z. onder de gunstigste omstandigheden, 20% van de totale stroomproductie geleverd worden.

De figuur laat zien, dat er bij het huidige windvermogen van 2 GW nog weinig problemen zijn, maar dat 12 GW windvermogen geen optie is, want dan is er gedurende de helft van het jaar stroom te veel. *Het totale overschot is ongeveer 40%.*

N.B. De powerduurcurves laten ook zien, dat het verlies in rendement door 20% windenergie veel groter is, dan de paar procent die de windmolenlobby wil toegeven. De capaciteitsfactor van windmolens is gemiddeld niet meer dan 25% (Indien het straks op zee gunstig uitpakt.), dus twintig procent windenergie wordt opgewekt door een windvermogen van 80% van het klassiek vermogen. De invloed van 20% wind strekt zich straks dus uit over vrijwel het hele klassieke vermogen.

Terugregelen van centrales kan wel, maar als de centrales operationeel moeten blijven, dan is uitzetten geen optie. Beneden een bepaald vermogen worden de generatoren instabiel en lopen schade op. Dit hangt sterk af van het type centrale, maar een vermogensniveau beneden 30% van het nominaal vermogen is voor de meeste generatoren niet haalbaar.

Volgens de powerduurcurve draaien de centrales gedwongen op minimum vermogen gedurende de helft van het jaar.

April 2011
laatste correcties 14/4.